

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERIA ELECTRICA**

**TRABAJO DE PRACTICAS PROFESIONALES**

**NOMBRE DEL PROYECTO :**

**CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LÍNEA  
DE EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.**

**Br. Mario Ramón Mairena Martínez.**

**Tutor: Ing. Ramiro Arcia.**



## ***D E D I C A T O R I A***

Este trabajo se lo dedico a mi MADRE, SOCORRO MARTINEZ, ya que ella es el pilar más importante en mi vida y sin ella, nada de esto fuese posible, impulsándome siempre con su apoyo incondicional.

Mi gran amor y admiración por ella, porque gracias a ti, tus palabras de aliento no me dejaban decaer para que siguiera adelante. TE AMO MAMÁ.



## CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LÍNEA DE EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.

### **INTRODUCCION**

El proyecto, se refiere a la construcción de sistema eléctrico de baja tensión de la línea de embotellado, bajo los estándares y normativas del código eléctrico vigente del país, ubicada en la planta de Coca Cola Femsa Nicaragua, en el Departamento de Managua.

Este proyecto se llevara a cabo aplicando las mejores técnicas, normativas y equipos necesarios, para hacer de esta línea la de mayor producción de la planta FEMSA Coca Cola Nicaragua, para satisfacer las necesidades del mercado local e internacional como lo son Honduras, El Salvador y Costa Rica, suministrando la energía necesaria en una red de distribución eléctrica segura y confiable para la infraestructura del sistema de embotellado, transporte y distribución de los productos de FEMSA Coca Cola.

La dirección técnica de FEMSA (Fomento Empresas Mexicanas S.A), decidió invertir en este proyecto, considerando que nuestro país presta las condiciones de seguridad, infraestructuras, y logística que está bajo la administración de personal nicaragüense capaces.

En Enero del año 2015, se iniciaron los estudios de factibilidad de este proyecto donde se invitaron a participar a empresas de origen nacional y de tal concurso se evaluaron un total de 5 empresas, saliendo ganador **MULTISERVICIOS INTEGRALES DE INGENIERÍA S.A.**

Este proyecto fue adjudicado en Marzo del año 2017 y se empezó a ejecutar en Abril del año 2017.

En este documento se evidenciara todas y cada de las acciones dirigidas a la ejecución de esta construcción, iniciando por las reuniones y visitas de campo para la elaboración de los diseños, hasta la recepción de esta obra.



## ÍNDICE

### CAPITULO I: IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA.

1.1 Antecedentes de la Empresa.....	2
1.2 Misión.....	3
1.3 Visión.....	3
1.4 Objetivos de la Empresa ... ..	3
1.5 Actividades de la Empresa ... ..	4
1.6 Campos de Acción de la Empresa ... ..	7
1.7 Organigrama Empresarial.....	8

### CAPITULO II: DEFINICIÓN DEL PROYECTO.

2.1 Descripción del Proceso.....	10
2.2 Planteamiento del Problema.....	10
2.3 Objetivo del Proyecto.....	11



# CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LÍNEA DE EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.

2.4 Alcance .....	11
-------------------	----

## CAPITULO III MARCO TEÓRICO.

3.1 Diseño general - Normativa -Potencia instalada .....	
3.1.1 Listado de cargas de la instalación .....	13
3.1.2 Conexión a la red .....	13
3.1.3 Distribución en instalaciones de B.T .....	13
3.1.4 Protección contra descargas eléctricas .....	14
3.1.5 La protección de los circuitos .....	14
3.1.5.1 Circuitos e interruptores .....	14
3.1.6 Reglas y disposiciones generales .....	14
3.1.7 Definición de niveles de tensiones .....	15
3.1.8 Disposiciones legales .....	16
3.1.9 Calidad y seguridad de una instalación eléctrica .....	16
3.1.10 Prueba inicial de una instalación .....	16
3.2 Red Eléctrica .....	18
3.2.1 Componentes de una red eléctrica .....	18
3.2.1.1 Transformador .....	18
3.2.1.2 Acometida eléctrica y equipo de medición .....	21
3.2.1.3 Tablero General .....	22
3.2.1.4 Circuitos ramales .....	23
3.2.2 Riesgo eléctrico .....	24
3.2.2.1 Arco eléctrico .....	24
3.2.2.2 Ausencia de electricidad .....	25
3.2.2.3 Contacto directo .....	25
3.2.2.4 Contacto indirecto .....	25
3.2.2.5 Cortocircuito .....	26
3.2.3 Código de colores para conductores .....	26
3.2.4 Iluminación .....	27
3.2.4.1 Iluminación de oficinas .....	28
3.2.4.2 Requerimientos de lúmenes por área de trabajo .....	28
3.2.5 Sistema de puesta a tierra .....	29
3.2.5.1 Electrodo de puesta a tierra .....	30



## CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LÍNEA DE EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.

3.2.5.2 Conductor del electrodo de puesta a tierra...	30
3.2.5.3 Conductor de protección...	30
3.2.6 Normativas para redes eléctricas...	30
3.2.6.1 Código de instalaciones eléctricas...	30
3.2.6.2 Reglamento de instalaciones eléctricas...	31
3.3 Funciones de los participantes en los levantamientos...	31
3.2.1 Diseñador Eléctrico...	31
3.2.2 Arquitecto...	31
3.4 Cálculos y Planos de Construcción...	31
3.4.1 cálculos eléctricos...	31
3.4.2 Se adjuntan planos autorizados para la construcción...	46
<b>CAPITULO IV MARCO METODOLÓGICO .</b>	
4.1 Ejecución de la Obra de acuerdo al cronograma de ejecución.....	48
4.2 Recepción de la obra por D.T.....	48
4.3 Acta de recepción Final D.T.....	49
4.4 Elaboración y entrega de Planos como construidos.....	51
<b>CAPITULO V DESARROLLO DEL PROYECTO</b>	
5.1 Especificaciones de materiales instalados .....	53
5.2 Conclusiones.....	55
5.3 Bibliografía.....	56
5.4 Anexos.....	57



## CAPITULO I

### IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA



## CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LÍNEA DE EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.

### 1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

La Empresa Multiservicios Integrales de Ingeniería fue Constituida en la Ciudad de Managua a los Dieciséis (16) días del Mes de Marzo del Año 1993. De acuerdo a escritura de constitución de la Empresa, debidamente inscrita en el registro público, de Managua.

Cuenta con un personal altamente capacitado, contamos con profesionales de experiencia, en las diversas áreas en relación a la Arquitectura, Diseño, Ingeniería, Climatización, Urbanismo, Sistemas de Alarmas contra incendio, Obras Electromecánicas y Construcción de Obras Eléctricas, Civiles además brinda Servicios de Consultoría y Supervisión.

Con 24 Años de Experiencia esta Empresa cuenta con un personal que ha estado involucrado en la Construcción de Obras tales como:

#### CONSTRUCCIONES, DISEÑOS Y CONSULTORIAS:

Diseño y Construcción de redes de distribución de empresa minera B2Gold, Consultoría para el Diseño Eléctrico de Presa de Colas para Empresa Meco, Consultoría para la Supervisión de la Rehabilitación del Sistema Eléctrico del Hospital Humberto Alvarado Vásquez de Masaya, Diseño y Construcción del Sistema Eléctrico de la planta de procesamiento Kraff Nicaragua, Diseño y Supervisión de Sistema Eléctrico de Edificio del Banco Interamericano de





## CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LÍNEA DE EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.

Desarrollo (BID), Construcción de Sistema Inteligente de Climatización de Chillers de la III Y IV Etapa de la Construcción y Remodelación del Aeropuerto Internacional de Managua Augusto Cesar Sandino, Construcción de Sistema de Ayuda Visual del Aeropuerto Internacional de Managua Augusto Cesar Sandino, Construcción del Sistema Eléctrico de Supermercado Híper La Colonia de Galerías Santo Domingo entre otros.

### 1.2. MISIÓN

Somos una empresa enfocada en el área de Ingeniería, Construcción, Supervisión y Gerencia de Proyectos que equilibra los requerimientos de calidad, alcance, tiempo y costos; adaptando las especificaciones y los planes a las diversas inquietudes e intereses de nuestros clientes. Trabajando en un entorno altamente motivado y de desarrollo para nuestro personal, respetando el medio ambiente en que nos desenvolvemos, y así proveemos a nuestros clientes satisfacción completa de sus necesidades en cualquier proyecto, mediante la excelencia en calidad y seguridad en los diseños y construcción de todas.

### 1.3. VISIÓN

Ser reconocidos, crecer y liderar como la mejor Empresa de Ingeniería, Construcción, Supervisión y Gerencia de Proyectos en los escenarios y proyectos donde participemos, en base a nuestro factor humano, criterios de calidad, seguridad y respeto al medio ambiente, cumpliendo total y puntualmente todos nuestros compromisos.

### 1.4. OBJETIVO GENERAL

Satisfacer los diferentes segmentos del mercado nacional los servicios de Ingeniería, Construcción, Supervisión y Gerencia de Proyectos y consultaría en



## CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LÍNEA DE EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.

el sector eléctrico, civil y telecomunicaciones, con alta calidad, seguridad y confiabilidad operativa.

### 1.5. ACTIVIDADES

- Construcción de Obras Civiles Verticales y Horizontales. Diseño e Instalaciones Electromecánicas: Estructuras metálicas.



Fuente: Fotografía de proyecto 1.



## CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSION DE LÍNEA DE EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.



Fuente: Fotografía de proyecto 2.

### ▪ Diseño de Control y Automatización.



Fuente: Fotografía de proyecto 3.

### ▪ Montajes de Obras de Climatización.





## CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LÍNEA DE EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.



Fuente: Fotografía de proyecto 4.

### ■ Montajes Industriales.



Fuente: Fotografía de proyecto 5.



## CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSION DE LÍNEA DE EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.

Construcción de líneas eléctricas en Alta, Media y Baja tensión.



Fuente: Fotografía de proyecto 6.

### 1.6. CAMPOS DE ACCIÓN

- Industria.
- Comercio.
- Obras Públicas.

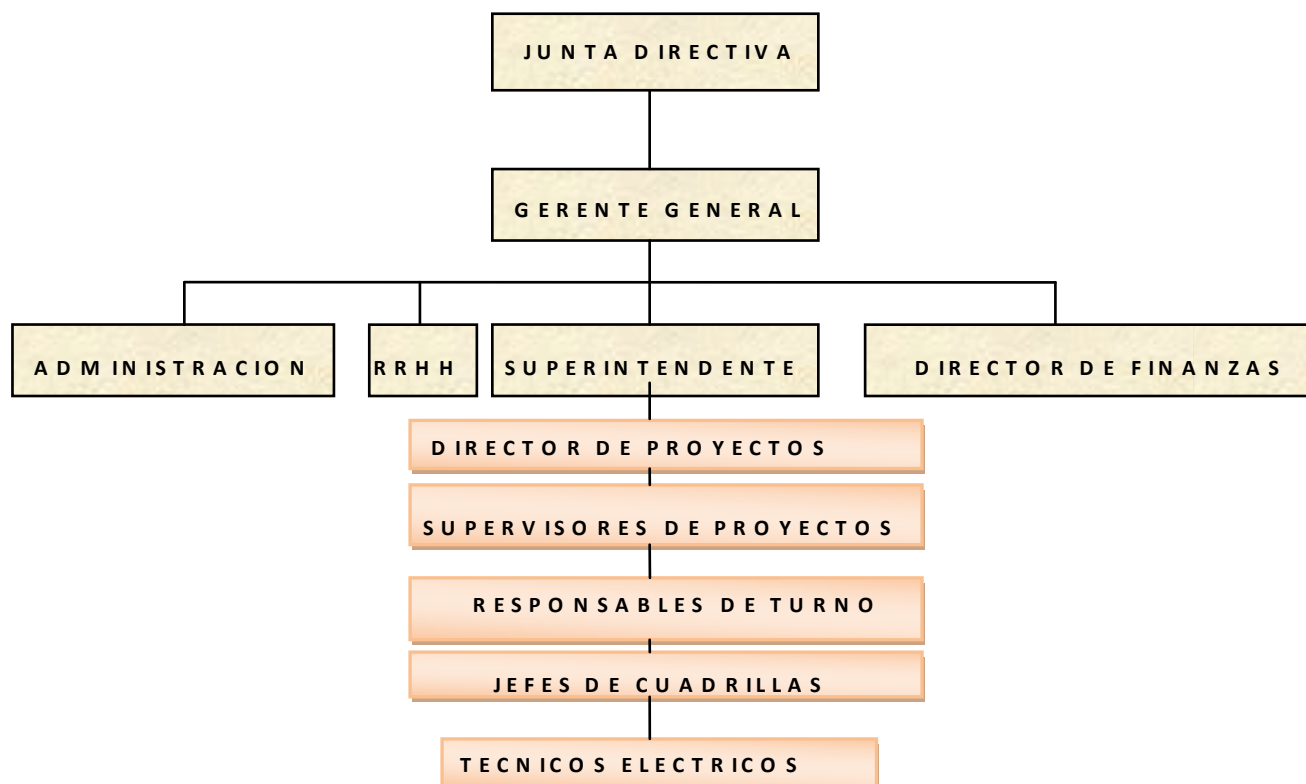


CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LÍNEA DE  
EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.

- Sistem as Eléctricos Residenciales e Industriales.
- Protección y M edición de Sistem as Eléctricos.
- Sistem as de Clim atización .



### 1.7 Organigrama Estructural



Fuente: Admon de Multiservicios Integrales de Ingeniería (M II).



CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LÍNEA DE  
EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.

## CAPITULO II

### DEFINICIÓN DEL PROYECTO.





## CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LÍNEA DE EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.

### 2.1 Descripción del Proceso

El proyecto, se refiere a la construcción de sistema eléctrico de baja tensión de la línea de embotellado, bajo los estándares y normativas del código eléctrico vigente del país, ubicada en la planta de Coca Cola Femsa Nicaragua, en el Departamento de Managua.

Este proyecto se llevara a cabo aplicando las mejores técnicas, normativas y equipos necesarios, para hacer de esta línea la de mayor producción de la planta FEMSA Coca Cola Nicaragua, para satisfacer las necesidades del mercado local e internacional como lo son Honduras, El Salvador y Costa Rica, suministrando la energía necesaria en una red de distribución eléctrica segura y confiable para la infraestructura del sistema de embotellado, transporte y distribución de los productos de FEMSA Coca Cola.

La dirección técnica de FEMSA (Fomento Empresas Mexicanas S.A), decidió invertir en este proyecto, considerando que nuestro país presta las condiciones de seguridad, infraestructuras, y logística que está bajo la administración de personal nicaragüense capaces.

En Enero del año 2015, se iniciaron los estudios de factibilidad de este proyecto donde se invitaron a participar a empresas de origen nacional y de tal concurso se evaluaron un total de 5 empresas, saliendo ganador **MULTISERVICIOS INTEGRALES DE INGENIERÍA S.A.**

Este proyecto fue adjudicado en Marzo del año 2017 y se empezó a ejecutar en Abril del año 2017.

En este documento se evidenciara todas y cada de las acciones dirigidas a la ejecución de esta construcción, iniciando por las reuniones y visitas de campo para la elaboración de los diseños, hasta la recepción de esta obra.

### 2.2. Planteamiento del Problema

El enfoque de este proyecto es evaluar las condiciones actuales de la red eléctrica de baja tensión de la planta de FEMSA NICARAGUA y adecuar el nuevo diseño de la nueva línea de embotellado, presentando una propuesta de construcción que cumpla con las normas vigentes en el código eléctrico del país.



## CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LÍNEA DE EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.

En consecuencia se optó por efectuar un diseño de redes de distribución eléctrica en baja tensión, para aplicar la correcta selección de transformadores, Tableros, desconectivos y cableados del sistema en cuestión. Teniendo como resultado un sistema eléctrico seguro y confiable.

Teniendo en consideración lo antes expuesto, cabe resaltar la importancia que tiene la aplicación correcta de las normativas de construcción existentes que contribuyen a la disminución de los costos y a una mejor utilización de los recursos de distribución eléctrica.

### 2.3. Objetivos del Proyecto.

- Diseñar el sistema eléctrico de la línea de embotellado.
- Presentar planos para su revisión y aprobación por la Dirección Tecnológica de Fems a Coca Cola.
- Montar el sistema de distribución eléctrica en baja tensión de la línea de producción.
- Realizar estudio de impacto ambiental de este proyecto.
- Cuantificar ahorro energético después de ejecutado este proyecto.

### 2.4 Alcances

- Levantamiento de datos de placa y Diseño de las redes de Distribución eléctrica de baja tensión.
- Construcción y Supervisión de redes de distribución en baja tensión 120/240 Vac, pruebas de funcionamiento de equipos y puesta en marcha de protocolo.



**CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LÍNEA DE  
EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.**

- Entrega y Recepción Final de las obras a entera satisfacción.
- Entrega de planos como contruidos de la red de baja tensión.



CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LÍNEA DE  
EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.

## C A P Í T U L O   I I I

### M A R C O   T E Ó R I C O .



### **3.1.1 Listado de cargas de la instalación**

El estudio de una instalación eléctrica propuesta necesita una comprensión correcta de todas las reglas y normas que la rigen.

La demanda total de energía se puede calcular a partir de los datos relacionados con la ubicación y la intensidad de cada corriente junto con el conocimiento de los modos de funcionamiento (demanda en régimen nominal, condiciones de arranque, funcionamiento no simultáneo, etc.).

A partir de estos datos, se obtienen de modo inmediato la potencia necesaria de la fuente de alimentación y (en los casos apropiados) el número de fuentes necesarias para una potencia adecuada para la instalación.

También es necesario tener información sobre las estructuras de tarifas locales para elegir la mejor opción en cuanto a montaje de la conexión a la red de alimentación, por ejemplo: en alta o baja tensión.

### **3.1.2 Conexión a la red**

Esta conexión se puede realizar en:

- Media tensión.

Se tendrá que estudiar, construir y equipar un centro de transformación de abonado. Este centro de transformación puede ser una instalación interior o exterior según las normas y reglamentos correspondientes.

- Baja tensión.

La instalación se conectará a la red local de suministro eléctrico y se medirá (necesariamente) según las tarifas de baja tensión.

### **3.1.3 Distribución en instalaciones de baja tensión (B.T).**

Es importante mencionar que toda red de distribución de toda la instalación se estudia como un sistema completo, y que por medio de la distribución en las instalaciones eléctrica se definen el número y las características de las fuentes de alimentación de emergencia auxiliares.

La disposición de montaje de las tomas de tierra del neutro se selecciona según la normativa local, las restricciones relacionadas con la alimentación y el tipo de cargas.

El equipo de distribución (cuadros, interruptores, conexiones de circuitos...) se determina a partir de los planos de construcción y la ubicación y agrupación de las cargas.

El tipo de edificios y la asignación pueden influir en la inmunidad frente a las perturbaciones externas.



### 3.1.4 Protección contra descargas eléctricas

Una vez determinada previamente la conexión a tierra deben implementarse los dispositivos protectores apropiados para lograr una protección contra los riesgos de contacto directo o indirecto.

### 3.1.5 La protección de los circuitos

#### 3.1.5.1 Circuitos e interruptores

Cada circuito se estudia en detalle, a partir de las corrientes nominales de las cargas, el nivel de la corriente de cortocircuito y el tipo de dispositivo protector, se puede determinar la sección de los cables conductores del circuito.

Antes de adoptar el tamaño del conductor indicado arriba, es necesario que se cumplan los siguientes requisitos:

- La caída de tensión cumple con la norma correspondiente.
- El arranque del motor es satisfactorio.
- Está asegurada la protección frente a las descargas eléctricas.

Se determina a continuación la corriente de cortocircuito y se comprueba la capacidad de resistencia térmica y electrodinámica del circuito. Es posible que estos cálculos indiquen que es necesario usar un conductor de mayor sección que el que se seleccionó en un principio.

### 3.1.6 Reglas y disposiciones generales

Las instalaciones de baja tensión están regidas por numerosos textos legales y técnicos que se pueden clasificar del siguiente modo:

- Disposiciones legales (decretos, reglamentos, etc.).
- Código de práctica, disposiciones legales publicadas por instituciones profesionales, especificaciones de trabajo.
- Normas nacionales e internacionales para instalaciones.
- Normas nacionales e internacionales para productos.



## CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LÍNEA DE EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.

### 3.1.7 Definición de niveles de tensiones

Disposiciones legales y recomendaciones de tensión IEC

**Tabla de Valores de Tensiones Nominales**

Sistemas de fase únicas de tres hilos Tensión nominal (V) )		Sistemas de fase únicas de tres hilos Tensión nominal (V)
50 Hz	60 Hz	60 Hz
-	120/208	120/240
-	240	-
230/400(1)	277/480	-
400/690(1)	480	-
-	347/600	-
1.000	600	-

Ver Nota 1

Serie I Tensión máxima para el equipo (kV)	Tensión nominal del sistema (kV)		Serie II Tensión máxima para el equipo (kV)	Tensión nominal del sistema (kV)
3,6(1)	3,3(1)	3(1)	4,40(1)	4,16(1)
7,2(1)	6,6(1)	6(1)	-	-
12	11	10	-	-
-	-	-	13,2(2)	12,47(2)
-	-	-	13,97(2)	13,2(2)
-	-	-	14,52(1)	13,8(1)
(17,5)	-	(15)	-	-
24	22	20	-	-
-	-	-	26,4(2)	24,94(2)
36	33	25	-	-
-	-	-	36,5	34,5
40,5	-	35	-	-

Ver Nota 2

**Nota (1):** tensión nominal de los sistemas existentes de 220/380 V y de 240/415 V pueden evolucionar hacia el valor recomendado de 230/400 V. Estos sistemas son generalmente trifásicos a no ser que se indique de otro modo. Los valores indicados son tensiones entre fases. Los valores indicados entre paréntesis deben considerarse como valores no preferentes. Se recomienda que esos valores no se utilicen en sistemas nuevos que se construyan en el futuro.

**Nota (2):** En un sistema normal de Serie I, la tensión más alta y la más baja no difieren en más de aproximadamente  $\pm 10\%$  de la tensión nominal del sistema. En un sistema normal de Serie II, la tensión más alta y la más baja no difieren en más de aproximadamente  $\pm 5\%$  de la tensión nominal del sistema.

(1) Estos valores no deberían utilizarse para sistemas de distribución pública.

(2) Estos sistemas son generalmente de cuatro hilos.



### **3.1.8 Disposiciones legales**

En la mayoría de los países las instalaciones eléctricas deberán cumplir diferentes disposiciones legales publicadas por las autoridades nacionales o por organismos privados reconocidos. Es primordial tener en cuenta estas restricciones locales antes de comenzar el diseño.

### **3.1.9 Calidad y seguridad de una instalación eléctrica.**

Si se respetan los procedimientos de control, sólo se asegurarán la seguridad y la calidad si:

- Al inicio se comprueba la conformidad de la instalación eléctrica con la normativa y las disposiciones legales vigentes.
- El equipo eléctrico cumple la normativa vigente.
- Se respeta la comprobación periódica de la instalación recomendada por el fabricante del equipo.

### **3.1.10 Prueba inicial de una instalación.**

Antes de que se conecte una instalación a la red de suministro, deben realizarse pruebas antes de la puesta en marcha eléctrica así como inspecciones visuales por parte de la autoridad o de un agente asignado.

Las pruebas se realizan en conformidad con las disposiciones legales (gubernamentales o institucionales) que pueden presentar ligeros cambios de un país a otro. Los principios de tales disposiciones, sin embargo, son comunes y se basan en la observancia de estrictas reglas de seguridad en el diseño y en la realización de la instalación.

Las normas relacionadas que se incluyen en este proyecto se basan en consensos internacionales para estas pruebas, con los que se pretenden cubrir todas las medidas de seguridad y las prácticas de instalación aprobadas que son necesarias normalmente para los edificios de viviendas, comerciales y (en su mayoría) industriales. Sin embargo, muchas industrias tienen regulaciones adicionales relacionadas con un producto concreto (petróleo, carbón, gas natural, alimenticio, etc.). Tales requisitos adicionales alcanza este proyecto.

Las pruebas eléctricas antes de la puesta en marcha y las comprobaciones mediante inspección visual para las instalaciones en edificios incluyen, normalmente, todas las siguientes:





## CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LÍNEA DE EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.

- Pruebas de aislamiento de todos los conductores de cables o de hilos de la instalación fija y entre las fases y tierra.
- Pruebas de continuidad y de conductividad de los conductores de protección, equipotenciales y de conexión a tierra.
- Pruebas de resistencia de electrodos de tierra con respecto a tierra lejana.
- Verificación de la operación correcta de los enclavamientos, si procede.
- Número de tomas de salida que se permite por comprobación de circuito.
- Comprobación de la sección de todos los conductores para su adecuación a los niveles de cortocircuito imperantes, teniendo en cuenta los dispositivos de protección, los materiales y las condiciones de instalación (en el aire, conductos, etc.).
- Verificación de que todas las partes expuestas y las partes metálicas superfluas tienen conexión a tierra (en caso necesario).
- Estas pruebas y comprobaciones son básicas (pero no exhaustivas) para la mayor parte de las instalaciones, mientras que en las regulaciones están incluidas muchas otras pruebas para tratar casos específicos, por ejemplo: instalaciones con conexión a tierra, las instalaciones basadas en aislamientos.



### 3.2 RED ELÉCTRICA

Las redes eléctricas se encargan de transportar y distribuir la electricidad desde los centros de generación de energía hasta los usuarios en óptimas condiciones para su consumo y garantizando la mayor eficiencia de los equipos, dentro de los límites de tensión y frecuencia establecidos.

Están conformadas por diferentes elementos como, transformadores, protecciones, seccionadores, elementos de mando y control, equipos de medición, sensores, interruptores, tableros, canalizaciones, tubos, cables, conductores, cajas de conexión. Pueden ser visibles (conductores visibles), ocultas (dentro de paneles), parcialmente ocultas (ductos o tubos) o en techos, muros o pisos. Así mismo, para brindar protección, control, y conducción de la energía eléctrica a equipos y usuarios de la red se debe, evitar el deterioro de los componentes que puedan ser causantes de cortos circuitos y afecten tanto la seguridad como el rendimiento; analizar condiciones actuales y formar un sistema flexible pensando en futuras modificaciones; contar con una red de fácil acceso, operación y mantenimiento a todos sus componentes; pero principalmente preservar la estética y costos del diseño de manera que estén acordes a las necesidades requeridas por el consumidor.

#### 3.2.1 COMPONENTES DE UNA RED ELÉCTRICA

##### 3.1.1.1 Transformador

El transformador es una maquina eléctrica que transforma la energía eléctrica recibida en otra energía eléctrica de características distintas de tensión o corriente, transfiriéndola de un circuito a otro bajo el principio de inducción magnética y conservando siempre una frecuencia constante. Este dispositivo puede aumentar o disminuir la tensión, pero en la mayoría de casos se usa para disminuir la tensión a niveles bajos, evitando así riesgos eléctricos de manipulación por parte de los usuarios.



## CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LÍNEA DE EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.

El transformador puede ser clasificado por:

**Su operación:** se refiere a la energía o potencia que manejan dentro del sistema eléctrico.

- De distribución: tienen capacidad desde 5 hasta 500kVA (monofásicos y/o trifásicos).
- De potencia: tienen capacidades mayores a 500kVA

**Su número de fases:** de acuerdo a las características del sistema al que se conectará.

- Monofásico: transformadores de potencia o distribución conectados a una línea o fase y neutro o tierra. Tiene solo un devanado de alta tensión y uno de baja tensión (ver Figura 1).
- Trifásico: transformadores de potencia o distribución conectados a tres líneas o fases y pueden estar o no conectados a un neutro común o tierra. Tiene tres devanados de alta tensión y tres de baja tensión (ver Figura 2)

**Su utilización:** de acuerdo a la posición ocupada en el sistema

- Para generador: transformadores de potencia que van conectados a la salida del generador. Proporcionan la energía a la línea de transmisión.
- De subestación: transformadores de potencia que se conectan al final de la línea de transmisión para reducir la tensión a nivel de subtransmisión.
- De distribución: reducen la tensión de subtransmisión a tensiones aplicables en zonas de consumo.
- De instrumentos: transformadores de potencial y transformadores de corriente que son usados en la medición, protección y el control.



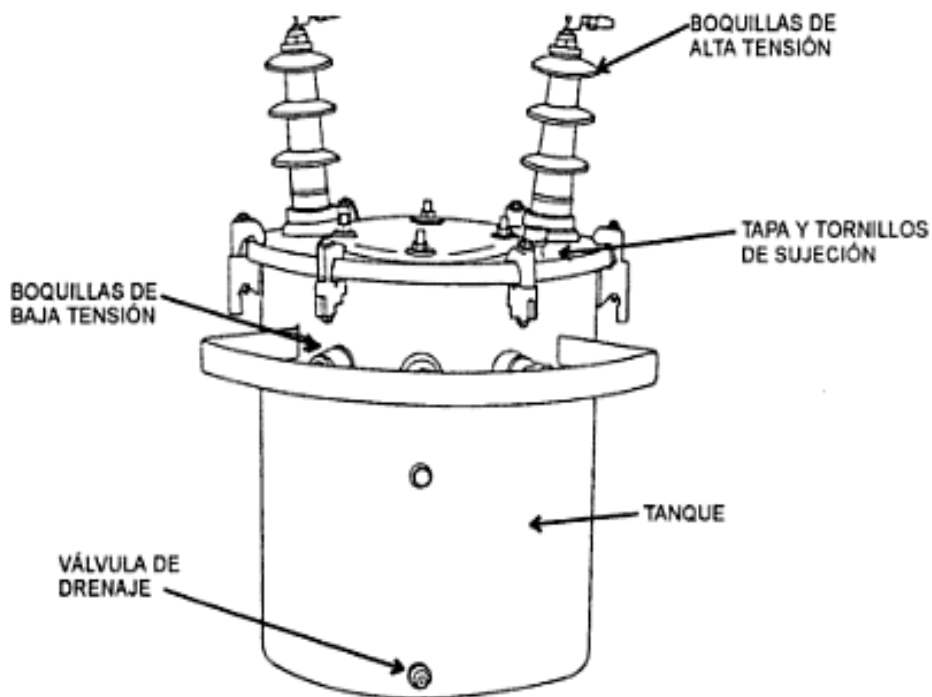
## CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LÍNEA DE EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.

**Su construcción o forma de núcleo:** de acuerdo a la posición que existe entre la colocación de las bobinas y el núcleo.

- Núcleo acorazado: el núcleo se encuentra cubriendo los devanados de baja y alta tensión.
- Núcleo no acorazado: es aquel en el cual las bobinas abarcan una parte considerable del circuito magnético.

Las potencias normalizadas de los transformadores son: 10, 25, 50, 100, 160, 250, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000 kVA.

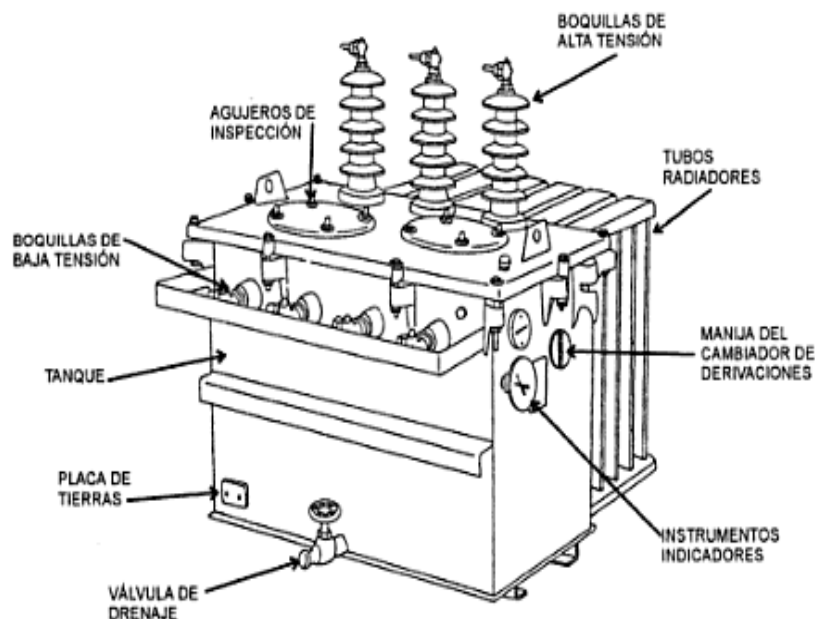
Figura 1. Transformador monofásico



Fuente: imagen obtenida de archivos de MII



Figura 2. Transformador trifásico.



Fuente: imagen obtenida de archivos de MII

### 3.2.1.2 Acometida y equipo de medición

La acometida es el punto de conexión de tipo aéreo o subterráneo, entre la red eléctrica de alimentación que abastece al usuario, y el equipo de medición de energía eléctrica, como se observa en la Figura 3. En las terminales de entrada de la acometida se colocan apartarrayos, protegiendo así la instalación y el equipo de fallas atmosféricas o maniobras de conexión o desconexión por parte de la red de suministro.

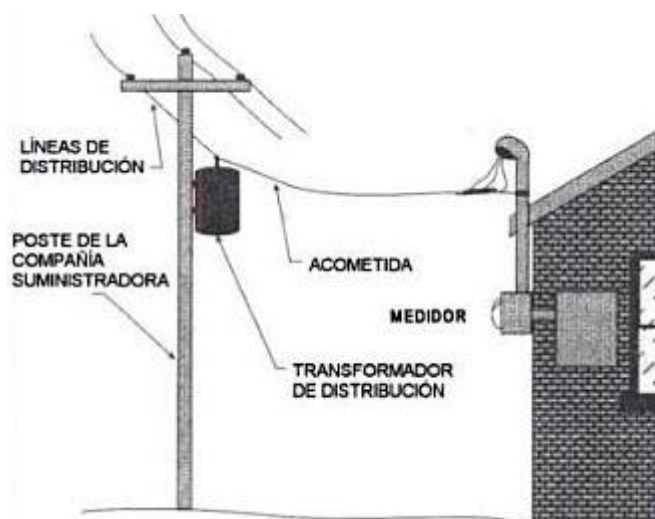
Para zonas urbanas la acometida suele ser subterránea, instalándose en cámaras por encima de las canalizaciones de agua o gas, por lo tanto deberá ir en tubos que la protejan de la corrosión, siendo más duraderas y seguras. Mientras que en zonas rurales y vías públicas es de tipo aérea, caracterizándose por la resistencia de sus cables al estar a la intemperie y ubicándose sobre las fachadas de las edificaciones y los postes a una altura no inferior a 6m.



## CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LÍNEA DE EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.

El medidor eléctrico es un equipo de medición propiedad de la compañía suministradora del servicio, que mide la cantidad de energía eléctrica consumida por el usuario, se instala a un lado de la edificación y se conecta a la acometida. Consta de un delgado disco metálico, el cual gira dentro del medidor cuando se hace uso de la energía. Debe estar sellado, protegido contra agentes externos, y de fácil acceso para su lectura y revisión.

**Figura 3. Acometida y equipo de medición**



Fuente: imagen obtenida de archivos de MII

### 3.2.1.3 Tablero general

Gabinete metálico resistente a acciones mecánicas, eléctricas y térmicas (ver Figura 4). Es un componente importante para lograr una instalación eléctrica segura, confiable y ordenada, puesto que es el encargado de recibir el servicio de la electricidad y distribuirla a través de los circuitos ramales de la edificación, además en él están reunidos los elementos de accionamiento y control de dichos circuitos. Puede instalarse en superficies o empotrado, con acceso a personal calificado o abierto para instalaciones comunes, su tamaño varía de acuerdo al número de circuitos requeridos de manera que los conductores puedan ser localizados de manera fácil.



## CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LÍNEA DE EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.

Los elementos de control son los interruptores o fusibles los cuales son dispositivos de protección que cortan automáticamente el suministro eléctrico en caso de sobrecargas o corto circuitos, también pueden ser usados para cortar la corriente de los circuitos ramales mientras se trabaja en ellos.

**Figura 4. Tablero general**



Fuente: Fotografía de proyecto 7.

### 3.2.1.4 Circuitos ramales

Circuitos encargados de suministrar energía a distintas áreas de una instalación eléctrica, se encuentran entre el dispositivo final de protección contra sobrecorrientes y las salidas de alumbrado, contactos o equipos especiales. Se pueden clasificar de la siguiente manera.

- Circuito ramal de uso general: circuito ramal que alimenta diversas salidas para alumbrado y artefactos, en la Figura 5 se enseña un ejemplo.
- Circuito ramal especial de conexión de artefactos eléctricos: circuito ramal que alimenta una o más salidas a las que se pueden conectar los artefactos; tales circuitos no deben contener elementos de iluminación conectados permanentemente que no formen parte de un artefacto.
- Circuito ramal individual: circuito ramal que alimenta un solo equipo de utilización.



Figura 5. Salidas eléctricas



Fuente: Fotografía de Proyecto 8.

### 3.2.2 Riesgos eléctricos

La utilización y dependencia tanto industrial como doméstica de la energía eléctrica ha traído consigo la aparición de accidentes por contacto con elementos energizados o incendios, los cuales se han incrementado por el aumento del número de instalaciones, presentándose en los procesos de distribución y uso final de la electricidad la mayor parte de los accidentes. A medida que el uso de la electricidad se extiende se requiere alta exigencia en cuanto a la normalización y reglamentación.

Todas las instalaciones eléctricas tienen implícito un riesgo y ante la imposibilidad de controlarlos todos en forma permanente, a continuación se mencionan algunos de los factores de riesgo eléctrico más comunes, sus posibles causas y medidas de protección.

#### 3.2.2.1 Arco eléctrico

Se origina a causa de malos contactos, cortocircuitos, aperturas de interruptores con carga, apertura o cierre de seccionadores. Para evitarlo se debe utilizar materiales envolventes resistentes a los arcos, y mantener una distancia de seguridad para evitar tragedias leves o fatales.





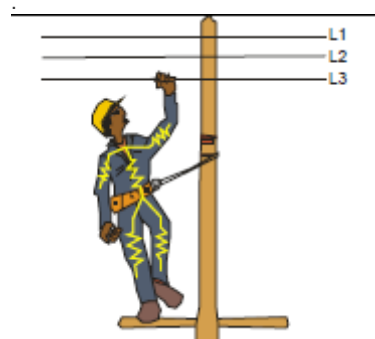
#### 3.2.2.2 Ausencia de electricidad

Se origina por un apagón, corte del servicio, no disponer de un sistema ininterrumpido de potencia (UPS), no tener plantas de emergencia. Para evitarlo se debe disponer de sistemas ininterrumpidos de potencia y de plantas de emergencia con transferencia automática.

#### 3.2.2.3 Contacto directo

Es el contacto de persona (de técnicos o impericia de no técnicos) con parte activa de un circuito (herramientas o equipos eléctricos), causado por la negligencia. Para evitarlo se debe, establecer distancias de seguridad, interposición de obstáculos, aislamiento o recubrimiento de partes activas, utilización de interruptores diferenciales, elementos de protección personal, puesta a tierra, probar ausencia de tensión (ver Figura 6).

Figura 6. Contacto directo



Fuente: Manual de instalaciones eléctricas.

#### 3.2.2.4 Contacto indirecto

Originado por fallas de aislamiento, mal mantenimiento, falta de conductor de puesta a tierra. Para evitarlo debe existir separación de circuitos, uso de muy baja tensión, distancias de seguridad, conexiones equipotenciales, sistemas de puesta a tierra, interruptores diferenciales, mantenimiento preventivo y correctivo (ver Figura 7).



**Figura 7. Contacto indirecto**

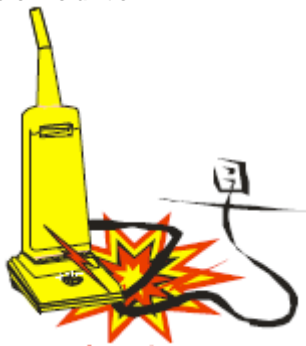


Fuente: Manual de instalaciones eléctricas.

#### **3.2.2.5 Cortocircuito**

Se origina a causa de fallas de aislamiento, impericia de los técnicos, accidentes externos, vientos fuertes, humedades. Para evitarlo se deben tener interruptores automáticos con dispositivos de disparo de máxima corriente o cortacircuitos fusibles (ver Figura 8).

**Figura 8. Cortocircuito**



Fuente: Manual de instalaciones eléctricas.

#### **3.2.3 Código de colores para conductores**

Con el objeto de evitar accidentes por errónea interpretación de las tensiones y tipos de sistemas utilizados, se debe cumplir el código de colores para conductores aislados establecido en la Tabla 1. El código de colores no aplica para los conductores utilizados en instalaciones a la intemperie, diferentes a la acometida, tales como las redes, líneas y subestaciones tipo poste.



# CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LÍNEA DE EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.

**Tabla 1. Código de colores para conductores**

SISTEMA	1 Ø	1 Ø	3 Ø Y	3 Ø Δ	3 Ø Δ -	3 Ø Y	3 Ø Y	3 Ø Δ	3 Ø Δ
TENSION NOMINAL ( V )	120	120/240	240	240/208 /120	380/220	380/220	480/440	480/440	Más de 1000 V
CONDUCTORES ACTIVOS	1 fase 2 hilos	2 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 3 hilos	3 fases
FASES	Negro	Negro/ Rojo	Amarillo Azul Rojo	Negro Azul Rojo	Negro Naranja Azul	Café Negro Amarillo	Café Naranja Amarillo	Café Naranja Amarillo	Violeta café Rojo
NEUTRO	Blanco	Blanco	Blanco	N / plica	Blanco	Blanco	N /aplica	Gris	N/aplica
TIERRA DE PROTECCIÓN	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde
TIERRA AISLADA	Verde o Verde/ Amarillo	Verde o Verde/ Amarillo	Verde o Verde/ Amarillo	No aplica	Verde o Verde/ Amarillo	Verde o Verde/ Amarillo	No aplica	No aplica	No aplica

Fuente: Pérez Pedro PÉREZ, Pedro Avelino. Transformadores de distribución: teoría, cálculo, construcción y pruebas. México: Reverté Ediciones, 2001. 262 p.

## 3.2.4 Iluminación

La iluminación de espacios tiene alta relación con las instalaciones eléctricas, ya que la mayoría de las fuentes modernas de iluminación están sometidas al paso de corriente eléctrica. Una buena iluminación del área de trabajo trae ventajas como la seguridad, productividad y rendimiento en las labores, mejora el confort visual y hace más agradable y acogedora la vida.

Por tanto, un buen diseño luminotécnico es fundamental para cumplir con los factores deseados en la iluminación de cada área y debe asegurar el cumplimiento de los niveles de luminancia de acuerdo al lugar y a la actividad a desarrollar allí, estipulado en las normas del código eléctrico vigente, tal y como se observa en la Tabla 2.

El nivel de luz al aire libre es de aproximadamente *10.000 lux* en un día claro. En un edificio, en la zona más próxima a las ventanas, el nivel de luz puede reducirse a aproximadamente *1.000 lux*. En la zona media puede ser tan bajo como *25 - 50 lux*. Un equipo de iluminación adicional se necesita a menudo para compensar los bajos niveles. Antes era común que los niveles de luz estuvieran en el rango de *100 a 300 lux* durante las actividades comunes.

La tabla 1 debajo es una guía para el nivel de luz recomendado en diferentes áreas de trabajo:



Tabla 1.

LUGAR O FAENA	ILUMINACION
Pasillos, bodegas, salas de descanso, comedores, servicios higiénicos, salas de trabajo con iluminación suplementaria sobre cada maquina o faena, salas donde se efectúen trabajos que no exigen discriminación de detalles finos o donde hay suficiente contraste.	150
Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecánico con cierta discriminación de detalles, moldes en funciones y trabajos similares.	300
Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada en tipo pequeño, trabajo mecánico que exige discriminación de detalles finos, maquinarias, herramientas, cajistas de imprenta, monotipias y trabajos similares.	500
Laboratorios, salas de consulta y de procedimientos de diagnóstico y salas de esterilización.	500 a 700
Costura y trabajo de aguja, revisión prolija de artículos, corte y trazado.	1000
Trabajo prolongado con discriminación de detalles finos, montaje y revisión de artículos con detalles pequeños y poco contraste, relojería, operaciones textiles sobre género oscuro y trabajos similares.	1500 a 2000
Sillas dentales y mesas de autopsias.	5000
Mesa quirúrgica	20000

TABLA 1: PÉREZ, Pedro Avelino. Transformadores de distribución: teoría, cálculo, construcción y pruebas. México: Reverté Ediciones, 2001. 509 p.

#### 3.2.4.1 Iluminación de oficinas

En este tipo de locales las luminarias van empotradas en el techo o adosadas en él, con lámparas fluorescentes. Se puede realizar la misma distribución de luminarias para salas similares, cualquiera sea su dimensión, siempre y cuando cumplan con los requisitos de nivel de iluminación, dado que en el diseño las luminarias se disponen normalmente siguiendo un modelo regular de líneas rectas y solo se llevan a cabo tareas de leer, escribir, dibujar, uso de computador, en este proyecto nosotros nos auxiliamos por el método de lúmenes



### 3.2.5 Sistema de puesta a tierra

Toda instalación eléctrica cubierta por las normas del código eléctrico vigente, excepto donde se indique expresamente lo contrario, debe disponer de un sistema de puesta a tierra (SPT). Así mismo la red interna de telecomunicaciones deberá estar diseñada e implementada, cumpliendo los aspectos relativos a la seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética, de manera que satisfaga lo establecido en el C I E N .

Un sistema de puesta a tierra (ver Figura 14) es importante debido a que garantiza condiciones de seguridad a los seres vivos, permite a los equipos de protección conducir y disipar rápidamente las corrientes de falla, sobretensiones, rayos o maniobra, sirve de referencia común al sistema eléctrico y realiza una conexión de baja resistencia con la tierra y con puntos de referencia de los equipos. Todos los sistemas de puesta a tierra cuentan con unos materiales los cuales deberán ser certificados y cumplir con algunos requisitos mencionados a continuación.



Fuente: Fotografía de Proyecto 9.



#### 3.2.5.1 Electrodos (Jabalinas o picas) de puesta a tierra

Puede ser de tipo varilla, tubo, placa, flejes o cables y de material de cobre, acero inoxidable, acero galvanizado en caliente o acero con recubrimiento total de cobre. Se debe garantizar que su resistencia a la corrosión sea mínimo de 15 años a partir de la fecha de instalación. Si es tipo varilla o tubo debe tener mínimo 2,4m de longitud y debe contar con la información del fabricante. El electrodo debe enterrarse en su totalidad a una profundidad de no menos de 2,4m, su unión con el conductor de puesta a tierra se hace con soldadura exotérmica. Puede ser enterrado de manera vertical, horizontal en una zanja a no menos de 0,75m o con una inclinación no mayor a 45°.

#### 3.2.5.2 Conductor del electrodo de puesta a tierra

Conductor que une la puesta a tierra con el barraje principal de puesta a tierra, debe ser de cobre, aluminio o aluminio recubierto de cobre. El material debe ser resistente a la corrosión que se pueda producir en la instalación. El conductor debe ser macizo o trenzado, aislado, forrado o desnudo y debe ser un tramo continuo, sin empalmes ni uniones.

#### 3.2.5.3 Conductor de protección o de puesta a tierra de equipos

Puede ser un conductor de cobre u otro material resistente a la corrosión, un tubo conduit de metal rígido, metálico, metal flexible, una tubería metálica eléctrica, bandejas porta cables, canalizaciones metálicas con continuidad eléctrica, siempre y cuando tengan certificación de puesta a tierra. Debe ser un conductor continuo, sin interrupciones o medios de desconexión, debe acompañar los conductores activos durante todo el recorrido.

#### 3.2.6 Normativa para redes eléctricas.

##### 3.1.6.1 Código Instalaciones Eléctrico de Nicaragua

Para salvaguardar las personas y bienes contra los riesgos expuesto por el uso de la electricidad existe **código instalaciones eléctrico de Nicaragua**. El cual contiene disposiciones necesarias para la seguridad, dando lugar a una instalación prácticamente libre de riesgos, pero no necesariamente eficiente, conveniente, o adecuada para el buen servicio o para ampliaciones futuras en el uso de la electricidad.





## CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LÍNEA DE EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.

Dentro de los riesgos, se pueden resaltar los causados por sobrecarga en instalaciones eléctricas, debido a que no se utilizan de acuerdo con las disposiciones de este código. Esto sucede porque la instalación inicial no prevé los posibles aumentos del consumo de electricidad. Una instalación inicial adecuada y una previsión razonable de cambios en el sistema, permitirá futuros aumentos del consumo eléctrico.

### **3.2.6.2 Reglamento técnico de instalaciones eléctricas.**

La dependencia y el aumento progresivo del consumo de la electricidad en la vida actual, obliga a establecer unas exigencias y especificaciones para las instalaciones eléctricas con base en su buen funcionamiento, la confiabilidad, calidad y adecuada utilización de los productos, garantizando así la seguridad de las personas, la vida animal y vegetal y la preservación del medio ambiente.

El código de instalaciones eléctrica de Nicaragua conocido como: CIEN se aplica en instalaciones eléctricas nuevas, ampliaciones, remodelaciones. Su propósito es fijar parámetros mínimos de seguridad para las instalaciones eléctricas, las personas, prevenir, reducir o eliminar los riesgos de origen eléctrico.

### **3.3 Funciones de los participantes en los levantamientos.**

#### **3.3.1 Diseñador Eléctrico:**

Es el encargado de recopilar los datos de equipos a instalar en la línea de embotellado, y verificar la disposición de estos en la línea de embotellado a través de planos mecánicos y arquitectónicos constructivos suministrado por la dirección técnica de FEMSA Coca Cola Nicaragua, para luego realizar los cálculos de conductores eléctricos, conduit, protecciones y demás componentes del sistema eléctrico de baja tensión de la línea de embotellado # 9.

#### **3.3.2 Arquitecto:**

Es la persona encargada de una vez finalizados los cálculos eléctricos, realizar los dibujo de los planos eléctricos sobre los planos arquitectónicos, auxiliándonos de todas las notas suministradas por el diseñador eléctrico, estos planos se dibujan utilizando un programa AUTOCAD, a una escala apropiada para su lectura e interpretación.

Los planos deben contener lo siguiente:

- 1) Especificaciones técnicas.
- 2) Simbología.
- 3) Distribución de carga.
- 4) Distribución de circuitos.
- 5) Calibres de conductores y diámetro de conduit.
- 6) Cajetín con la información de Proyecto.



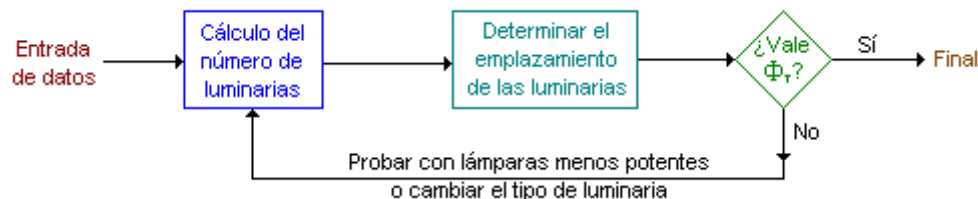
## CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSION DE LÍNEA DE EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.

### 3.4 Cálculos y Planos de Construcción:

#### 3.4.1 Cálculos de iluminación para las áreas de embotellado y BPT

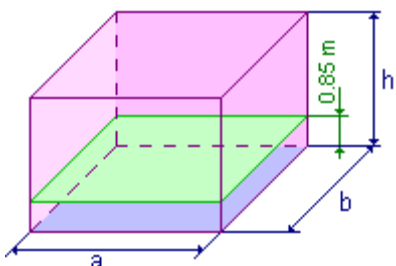
El cálculo de La iluminación lo realizaremos por medio del método de los "lúmenes", la finalidad de este método es calcular el valor medio en servicio de la iluminancia, es muy práctico y fácil de usar, y por ello se utiliza mucho en la iluminación de interiores cuando la precisión necesaria no es muy alta como ocurre en la mayoría de los casos.

El proceso a seguir se puede explicar mediante el siguiente diagrama de bloques:



#### Datos de entrada

Dimensiones del local y la altura del plano de trabajo (la altura del suelo a la superficie de la mesa de trabajo), la que para nuestro caso es de 1.2 m.s.n.p.t

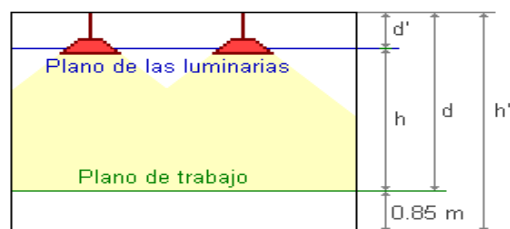


Por especificación de la indusrtia de refresco Femsa Coca Cola el nivel de iluminancia media ( $E_m$ ) es de 300 lux. El tipo de luminaria a instalar es la COOPER LIGHTING METALUX con numero de Catalogo: HBE – 854T5 – UPL, la cuales se instalaran a una altura de 7.5 metros sobre el n.p.t.





## CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSION DE LÍNEA DE EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.



$h$  : Altura entre el plano de trabajo y las luminarias.

$h'$ : Altura del local.

$d$  : Altura del plano de trabajo al techo.

$d'$ : Altura entre el plano de trabajo y las luminarias.

### Datos de entrada.

Dimensiones del local:

Largo: 51.4 Mts.

Ancho: 19.5 Mts.

Altura del plano de trabajo: 1.2 Mts.

Nivel de iluminancia media requerida: 300 Lux.

Usaremos lámparas tipo Led de 16600 lm de flujo.

Altura de suspensión de las lámparas: 4.5 Mts.

Cálculo del índice del local a partir de :  $K = a*b/h*(a+b)$

Por lo que  $K = 2.08$

Coefficiente de Reflexión de local.

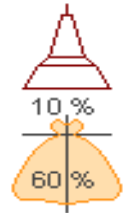
Estos valores se encuentran normalmente tabulados para los diferentes tipos de materiales, de materiales, superficies y acabados, para nuestro caso utilizaremos:

Techos	Paredes	Suelo
0	0	0.1

A partir de los factores de reflexión y el índice del local se interpola en la tabla siguiente los factores de utilización.



# CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LÍNEA DE EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización ( $\eta$ )																			
		Factor de reflexión del techo																			
		0.8				0.7				0.5				0.3				0			
		Factor de reflexión de las paredes																			
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.3	0.1	0								
	0.6	.39	.35	.32	.38	.34	.32	.38	.34	.31	.33	.31	.30								
	0.8	.48	.43	.40	.47	.42	.40	.46	.42	.39	.41	.38	.37								
	1.0	.53	.49	.46	.52	.48	.45	.51	.47	.45	.46	.44	.41								
	1.25	.58	.54	.51	.57	.53	.50	.55	.51	.49	.50	.48	.45								
	1.5	.62	.58	.54	.61	.57	.54	.58	.55	.52	.53	.51	.48								
	2.0	.66	.62	.59	.64	.61	.58	.61	.59	.57	.56	.55	.52								
	2.5	.68	.65	.63	.67	.64	.62	.64	.61	.60	.59	.57	.54								
	3.0	.70	.67	.65	.69	.66	.64	.65	.63	.61	.60	.59	.56								
$D_{max} = 1.0 H_m$	4.0	.72	.70	.68	.70	.69	.67	.67	.66	.64	.63	.61	.58								
$f_m$ .70 .75 .80	5.0	.73	.71	.70	.71	.70	.68	.68	.67	.66	.64	.63	.59								

$H_m$ : altura luminaria-plano de trabajo

Fuente: ENRÍQUEZ HARPER, Gilberto. El ABC del alumbrado y las instalaciones eléctricas en baja tensión. México: Editorial Limusa, 2003. 382 p.

Coeficiente de utilización 0.52

Factor de mantenimiento.

Para nuestro caso tomaremos el valor más alto de mantenimiento

Factor de Mantenimiento ( $f_m$ ) 0.8

Cálculo del flujo luminoso total.

$$\Phi^T = E^m * S / \eta * f_m$$

$$345,637.5$$

Por último se calcula el número mínimo de luminarias necesarias.

$$N = \Phi^T / \Phi^L$$

$$20.821$$

Por lo que se instalaran 21 Luminarias, en el área de embotellado y de igual manera se realizan los cálculos para el área de bodega y como resultado se obtienen un total de 60 Luminarias.



CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LÍNEA DE  
EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.

**CÁLCULOS DE CONDUCTORES Y CAIDA DE TENSION EN AREA DE EMBOTELLADO Y  
BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO BPT DE LINEA # 9.**

Área de embotellado de Línea # 9

1. Circuito de Iluminación # 1,3

Cantidad de luminarias: 7 (8 x 25 w , 220 V ac)

Potencia total del circuito:  $P_T = 1,400 \text{ w}$

Corriente total del circuito:  $I_T = 1,400 \text{ W} / 220 \text{ V} = 6.40 \text{ Amps}$

Breaker: 2 x 16 Amps

Conductor: # 12 THNN Fase y neutro

Caída de tensión:

$$\% = (2 \times C \times P_T \times d) / (S \times V_N^2)$$

C = Numero de conductores.

$P_T$  = Potencia total del circuito.

d = Distancia total del circuito.

S = Sección transversal del conductor.

$V_N^2$  = Voltaje nominal de operación.

Entonces La caída en el circuito # 1,3 es:

$$\% = (4 \times 1,400 \times 55) / (3.31 \times 220^2)$$

$$\% = 1.92$$

2. Circuito de Iluminación # 5,7

Cantidad de luminarias: 7 (8 x 25 w , 220 V ac)

Potencia total del circuito:  $P_T = 1,400 \text{ w}$

Corriente total del circuito:  $I_T = 1,400 \text{ W} / 220 \text{ V} = 6.40 \text{ Amps}$

Breaker: 2 x 16 Amps

Conductor: # 12 THNN Fase y neutro

Caída de tensión:

$$\% = (2 \times C \times P_T \times d) / (S \times V_N^2)$$

Entonces la caída de tensión en el circuito # 5,7 es:

$$\% = (4 \times 1,400 \times 55) / (3.31 \times 220^2)$$

$$\% = 1.92$$



## CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LÍNEA DE EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.

### 3. Circuito de Iluminación # 9,11

Cantidad de luminarias: 7 (8 x 25 w , 220 V ac)

Potencia total del circuito:  $P_T = 1,400 \text{ w}$

Corriente total del circuito:  $I_T = 1,400 \text{ W} / 220 \text{ V} = 6.40 \text{ Amps}$

Breaker: 2 x 16 Amps

Conductor: # 12 THNN Fase y neutro

Caída de tensión:

$$\% = (2 \times C \times P_T \times d) / (S \times V_N^2)$$

Entonces la caída de tensión en el circuito # 9,11 es:

$$\% = (4 \times 1,400 \times 55) / (3.31 \times 220^2)$$

$$\% = 1.92$$

### 4. Circuito de Tomacorrientes # 13

Cantidad de tomacorrientes: 1

Potencia total del circuito:  $P_T = 1,200 \text{ w}$

Corriente total del circuito:  $I_T = 1,200 \text{ W} / 120 \text{ V} = 10.0 \text{ Amps}$

Breaker: 2 x 16 Amps

Conductor: # 10 THNN Fase y neutro

Caída de tensión:

$$\% = (2 \times C \times P_T \times d) / (S \times V_N^2)$$

Entonces la caída de tensión en el circuito # 13 es:

$$\% = (4 \times 1,200 \times 25) / (5.26 \times 120^2)$$

$$\% = 1.58$$

### 5. Circuito de Tomacorrientes # 15

Cantidad de tomacorrientes: 1

Potencia total del circuito:  $P_T = 1,200 \text{ w}$

Corriente total del circuito:  $I_T = 1,200 \text{ W} / 120 \text{ V} = 10.0 \text{ Amps}$

Breaker: 2 x 16 Amps

Conductor: # 10 THNN Fase y neutro

Caída de tensión:

$$\% = (2 \times C \times P_T \times d) / (S \times V_N^2)$$

Entonces la caída de tensión en el circuito # 15 es:

$$\% = (4 \times 1,200 \times 35) / (5.26 \times 220^2)$$

$$\% = 2.22$$



## CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LÍNEA DE EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.

### 6. Circuito de Tomacorrientes # 17

Cantidad de tomacorrientes: 1

Potencia total del circuito:  $P_T = 1,200 \text{ w}$

Corriente total del circuito:  $I_T = 1,200 \text{ W} / 120 \text{ V} = 10.0 \text{ Amps}$

Breaker: 2 x 16 Amps

Conductor: # 10 THNN Fase y neutro

Caída de tensión:

$$\% = (2 \times C \times P_T \times d) / (S \times V_N^2)$$

Entonces la caída de tensión en el circuito # 17 es:

$$\% = (4 \times 1,200 \times 20) / (5.26 \times 220^2)$$

$$\% = 1.27$$

### 7. Circuito de Iluminación Exterior # 19

Cantidad de Luminarias: 6 Led (37 w, 120 Vac)

Potencia total del circuito:  $P_T = 222 \text{ w}$

Corriente total del circuito:  $I_T = 222 \text{ W} / 120 \text{ V} = 1.85 \text{ Amps}$

Breaker: 1 x 10 Amps

Conductor: # 12 THNN Fase y neutro

Caída de tensión:

$$\% = (2 \times C \times P_T \times d) / (S \times V_N^2)$$

Entonces la caída de tensión en el circuito # 19 es:

$$\% = (4 \times 222 \times 85) / (3.31 \times 220^2)$$

$$\% = 1.58$$

### 8. Circuito de Tomacorrientes bifásicos # 2,4

Cantidad de Tomacorrientes: 1

Potencia total del circuito:  $P_T = 3500 \text{ w}$

Corriente total del circuito:  $I_T = 3500 \text{ W} / 220 \text{ V} = 15.9 \text{ Amps}$

Breaker: 2 x 20 Amps

Conductor: # 8 THNN Fases

Caída de tensión:

$$\% = (2 \times C \times P_T \times d) / (S \times V_N^2)$$

Entonces la caída de tensión en el circuito # 2,4 es:

$$\% = (4 \times 3500 \times 25) / (8.37 \times 220^2)$$

$$\% = 0.86$$



CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LÍNEA DE  
EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.

**9. Circuito de Tomacorrientes bifásicos# 6,8**

*Cantidad de Tomacorrientes: 1*

*Potencia total del circuito:  $P_T = 3500 \text{ w}$*

*Corriente total del circuito:  $I_T = 3500 \text{ W} / 220 \text{ V} = 15.9 \text{ Amps}$*

*Breaker:  $2 \times 20 \text{ Amps}$*

*Conductor:  $\# 8 \text{ THNN Fases}$*

Caída de tensión:

$$\% = (2 \times C \times P_T \times d) / (S \times V_N^2)$$

Entonces la caída de tensión en el circuito # 6,8 es:

$$\% = (4 \times 3500 \times 35) / (8.37 \times 220^2)$$

$$\% = 1.21$$

**10. Circuito de Tomacorrientes bifásicos# 10,12**

*Cantidad de Tomacorrientes: 1*

*Potencia total del circuito:  $P_T = 3500 \text{ w}$*

*Corriente total del circuito:  $I_T = 3500 \text{ W} / 220 \text{ V} = 15.9 \text{ Amps}$*

*Breaker:  $2 \times 20 \text{ Amps}$*

*Conductor:  $\# 8 \text{ THNN Fases}$*

Caída de tensión:

$$\% = (2 \times C \times P_T \times d) / (S \times V_N^2)$$

Entonces la caída de tensión en el circuito # 10,12 es:

$$\% = (4 \times 3500 \times 35) / (8.37 \times 220^2)$$

$$\% = 0.69$$

**11. Circuito de Tomacorrientes bifásicos# 14,16**

*Cantidad de Tomacorrientes: 1*

*Potencia total del circuito:  $P_T = 3500 \text{ w}$*

*Corriente total del circuito:  $I_T = 3500 \text{ W} / 220 \text{ V} = 15.9 \text{ Amps}$*

*Breaker:  $2 \times 20 \text{ Amps}$*

*Conductor:  $\# 8 \text{ THNN Fases}$*

Caída de tensión:

$$\% = (2 \times C \times P_T \times d) / (S \times V_N^2)$$

Entonces la caída de tensión en el circuito # 17 es:

$$\% = (4 \times 3500 \times 15) / (8.37 \times 220^2)$$

$$\% = 0.52$$



**CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSÍÓN DE LÍNEA DE  
EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.**

**12. Circuito de Tomacorrientes # 18**

*Cantidad de Tomacorrientes:* 1

*Potencia total del circuito:*  $P_T = 1200 \text{ w}$

*Corriente total del circuito:*  $I_T = 1200 \text{ W} / 220 \text{ V} = 10.0 \text{ Amps}$

*Breaker:* 1 x 16 Amps

*Conductor:* # 12 THNN Fases

Caída de tensión:

$$\% = (2 \times C \times P_T \times d) / (S \times V_N^2)$$

Entonces la caída de tensión en el circuito # 17 es:

$$\% = (4 \times 1200 \times 15) / (3.31 \times 120^2)$$

$$\% = 1.51$$

**AREA DE BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO .**

**1. Circuito # 1,3 de iluminación de BPT zona # 1 Grupo A1**

*Cantidad de Luminarias:* 5 (8x25, 220 w)

*Potencia total del circuito:*  $P_T = 1000 \text{ w}$

*Corriente total del circuito:*  $I_T = 1200 \text{ W} / 220 \text{ V} = 4.55 \text{ Amps}$

*Breaker:* 2 x 16 Amps

*Conductor:* # 10 THNN Fases

Caída de tensión:

$$\% = (2 \times C \times P_T \times d) / (S \times V_N^2)$$

Entonces la caída de tensión en el circuito # 1,3 es:

$$\% = (4 \times 1200 \times 147) / (5.26 \times 220^2)$$

$$\% = 2.31$$

**2. Circuito # 2,4 de iluminación de BPT zona # 1 Grupo A2**

*Cantidad de Luminarias:* 5 (8x25, 220 w)

*Potencia total del circuito:*  $P_T = 1000 \text{ w}$

*Corriente total del circuito:*  $I_T = 1200 \text{ W} / 220 \text{ V} = 4.55 \text{ Amps}$

*Breaker:* 2 x 16 Amps

*Conductor:* # 10 THNN Fases

Caída de tensión:

$$\% = (2 \times C \times P_T \times d) / (S \times V_N^2)$$

Entonces la caída de tensión en el circuito # 2,4 es:

$$\% = (4 \times 1200 \times 118) / (5.26 \times 220^2)$$

$$\% = 2.31$$



## CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LÍNEA DE EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.

### 3. Circuito # 5,7 de iluminación de BPT zona # 1 Grupo B1

*Cantidad de Luminarias:* 5 (8x25, 220 w )

*Potencia total del circuito:*  $P_T = 1000 \text{ w}$

*Corriente total del circuito:*  $I_T = 1200 \text{ W} / 220 \text{ V} = 4.55 \text{ Amps}$

*Breaker:* 2 x 16 Amps

*Conductor:* # 10 THNN Fases

Caída de tensión:

$$\% = (2 \times C \times P_T \times d) / (S \times V_N^2)$$

Entonces la caída de tensión en el circuito # 5,7 es:

$$\% = (4 \times 1200 \times 128) / (5.26 \times 220^2)$$

$$\% = 2.01$$

### 4. Circuito # 6,8 de iluminación de BPT zona # 1 Grupo B2

*Cantidad de Luminarias:* 5 (8x25, 220 w )

*Potencia total del circuito:*  $P_T = 1000 \text{ w}$

*Corriente total del circuito:*  $I_T = 1200 \text{ W} / 220 \text{ V} = 4.55 \text{ Amps}$

*Breaker:* 2 x 16 Amps

*Conductor:* # 10 THNN Fases

Caída de tensión:

$$\% = (2 \times C \times P_T \times d) / (S \times V_N^2)$$

Entonces la caída de tensión en el circuito # 6,8 es:

$$\% = (4 \times 1200 \times 109) / (5.26 \times 220^2)$$

$$\% = 1.71$$

### 5. Circuito # 9,11 de iluminación de BPT zona # 2 Grupo C1

*Cantidad de Luminarias:* 5 (8x25, 220 w )

*Potencia total del circuito:*  $P_T = 1000 \text{ w}$

*Corriente total del circuito:*  $I_T = 1200 \text{ W} / 220 \text{ V} = 4.55 \text{ Amps}$

*Breaker:* 2 x 16 Amps

*Conductor:* # 10 THNN Fases

Caída de tensión:

$$\% = (2 \times C \times P_T \times d) / (S \times V_N^2)$$

Entonces la caída de tensión en el circuito # 9,11 es:

$$\% = (4 \times 1200 \times 100) / (5.26 \times 220^2)$$

$$\% = 1.57$$





**CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LÍNEA DE  
EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.**

**6. Circuito # 10,12 de iluminación de BPT zona # 2 Grupo C2**

*Cantidad de Luminarias:* 5 (8x25, 220 w)

*Potencia total del circuito:*  $P_T = 1000 \text{ w}$

*Corriente total del circuito:*  $I_T = 1200 \text{ W} / 220 \text{ V} = 4.55 \text{ Amps}$

*Breaker:* 2 x 16 Amps

*Conductor:* # 10 THNN Fases

Caída de tensión:

$$\% = (2 \times C \times P_T \times d) / (S \times V_N^2)$$

Entonces la caída de tensión en el circuito # 10,12 es:

$$\% = (4 \times 1000 \times 81) / (5.26 \times 220^2)$$

$$\% = 1.27$$

**7. Circuito # 13,15 de iluminación de BPT zona # 2 Grupo D1**

*Cantidad de Luminarias:* 5 (8x25, 220 w)

*Potencia total del circuito:*  $P_T = 1000 \text{ w}$

*Corriente total del circuito:*  $I_T = 1200 \text{ W} / 220 \text{ V} = 4.55 \text{ Amps}$

*Breaker:* 2 x 16 Amps

*Conductor:* # 10 THNN Fases

Caída de tensión:

$$\% = (2 \times C \times P_T \times d) / (S \times V_N^2)$$

Entonces la caída de tensión en el circuito # 10,12 es:

$$\% = (4 \times 1000 \times 90) / (5.26 \times 220^2)$$

$$\% = 1.41$$

**8. Circuito # 14,16 de iluminación de BPT zona # 2 Grupo D2**

*Cantidad de Luminarias:* 5 (8x25, 220 w)

*Potencia total del circuito:*  $P_T = 1000 \text{ w}$

*Corriente total del circuito:*  $I_T = 1200 \text{ W} / 220 \text{ V} = 4.55 \text{ Amps}$

*Breaker:* 2 x 16 Amps

*Conductor:* # 10 THNN Fases

Caída de tensión:

$$\% = (2 \times C \times P_T \times d) / (S \times V_N^2)$$

Entonces la caída de tensión en el circuito # 14,16 es:

$$\% = (4 \times 1000 \times 71) / (5.26 \times 220^2)$$

$$\% = 1.12$$



**CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LÍNEA DE  
EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.**

**9. Circuito # 17,19 de iluminación de BPT zona # 3 Grupo E1**

*Cantidad de Luminarias:* 5 (8x25, 220 w )

*Potencia total del circuito:*  $P_T = 1000 \text{ w}$

*Corriente total del circuito:*  $I_T = 1200 \text{ W} / 220 \text{ V} = 4.55 \text{ A m p s}$

*Breaker:* 2 x 16 A m p s

*Conductor:* # 10 THNN Fases

Caída de tensión:

$$\% = (2 \times C \times P_T \times d) / (S \times V_N^2)$$

Entonces la caída de tensión en el circuito # 17,19 es:

$$\% = (4 \times 1000 \times 62) / (5.26 \times 220^2)$$

$$\% = 0.97$$

**10. Circuito # 18,20 de iluminación de BPT zona # 3 Grupo E2**

*Cantidad de Luminarias:* 5 (8x25, 220 w )

*Potencia total del circuito:*  $P_T = 1000 \text{ w}$

*Corriente total del circuito:*  $I_T = 1200 \text{ W} / 220 \text{ V} = 4.55 \text{ A m p s}$

*Breaker:* 2 x 16 A m p s

*Conductor:* # 10 THNN Fases

Caída de tensión:

$$\% = (2 \times C \times P_T \times d) / (S \times V_N^2)$$

Entonces la caída de tensión en el circuito # 18,20 es:

$$\% = (4 \times 1000 \times 43) / (5.26 \times 220^2)$$

$$\% = 0.68$$

**11. Circuito # 21,23 de iluminación de BPT zona # 3 Grupo F1**

*Cantidad de Luminarias:* 5 (8x25, 220 w )

*Potencia total del circuito:*  $P_T = 1000 \text{ w}$

*Corriente total del circuito:*  $I_T = 1200 \text{ W} / 220 \text{ V} = 4.55 \text{ A m p s}$

*Breaker:* 2 x 16 A m p s

*Conductor:* # 10 THNN Fases

Caída de tensión:

$$\% = (2 \times C \times P_T \times d) / (S \times V_N^2)$$

Entonces la caída de tensión en el circuito # 21,23 es:

$$\% = (4 \times 1000 \times 52) / (5.26 \times 220^2)$$

$$\% = 0.82$$



**CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LÍNEA DE  
EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.**

**12. Circuito # 22,24 de iluminación de BPT zona # 3 Grupo F2**

*Cantidad de Luminarias:* 5 (8x25, 220 w)

*Potencia total del circuito:*  $P_T = 1000 \text{ w}$

*Corriente total del circuito:*  $I_T = 1200 \text{ W} / 220 \text{ V} = 4.55 \text{ Amps}$

*Breaker:* 2 x 16 Amps

*Conductor:* # 10 THNN Fases

Caída de tensión:

$$\% = (2 \times C \times P_T \times d) / (S \times V_N^2)$$

Entonces la caída de tensión en el circuito # 22,24 es:

$$\% = (4 \times 1000 \times 33) / (5.26 \times 220^2)$$

$$\% = 0.52$$

**13. Circuito # 25,27 de Tomacorrientes bifásicos de BPT**

*Cantidad de Tomacorrientes:* 1

*Potencia total del circuito:*  $P_T = 3500 \text{ w}$

*Corriente total del circuito:*  $I_T = 3500 \text{ W} / 220 \text{ V} = 15.9 \text{ Amps}$

*Breaker:* 2 x 20 Amps

*Conductor:* # 8 THNN Fases

Caída de tensión:

$$\% = (2 \times C \times P_T \times d) / (S \times V_N^2)$$

Entonces la caída de tensión en el circuito # 25,27 es:

$$\% = (4 \times 3500 \times 120) / (8.37 \times 220^2)$$

$$\% = 0.52$$

**14. Circuito # 26,28 de Tomacorrientes bifásicos de BPT**

*Cantidad de Tomacorrientes:* 1

*Potencia total del circuito:*  $P_T = 3500 \text{ w}$

*Corriente total del circuito:*  $I_T = 3500 \text{ W} / 220 \text{ V} = 15.9 \text{ Amps}$

*Breaker:* 2 x 20 Amps

*Conductor:* # 8 THNN Fases

Caída de tensión:

$$\% = (2 \times C \times P_T \times d) / (S \times V_N^2)$$

Entonces la caída de tensión en el circuito # 25,27 es:

$$\% = (4 \times 3500 \times 106) / (8.37 \times 220^2)$$

$$\% = 3.66$$



**CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LÍNEA DE  
EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.**

**15. Circuito # 29,31 de Tomacorrientes bifásicos de BPT**

*Cantidad de Tomacorrientes: 1*

*Potencia total del circuito:  $P_T = 3500 \text{ w}$*

*Corriente total del circuito:  $I_T = 3500 \text{ W} / 220 \text{ V} = 15.9 \text{ Amps}$*

*Breaker:  $2 \times 20 \text{ Amps}$*

*Conductor:  $\# 8 \text{ THNN Fases}$*

Caída de tensión:

$$\% = (2 \times C \times P_T \times d) / (S \times V_N^2)$$

Entonces la caída de tensión en el circuito # 25,27 es:

$$\% = (4 \times 3500 \times 81) / (8.37 \times 220^2)$$

$$\% = 2.80$$

**16. Circuito # 30,32 de Tomacorrientes bifásicos de BPT**

*Cantidad de Tomacorrientes: 1*

*Potencia total del circuito:  $P_T = 3500 \text{ w}$*

*Corriente total del circuito:  $I_T = 3500 \text{ W} / 220 \text{ V} = 15.9 \text{ Amps}$*

*Breaker:  $2 \times 20 \text{ Amps}$*

*Conductor:  $\# 8 \text{ THNN Fases}$*

Caída de tensión:

$$\% = (2 \times C \times P_T \times d) / (S \times V_N^2)$$

Entonces la caída de tensión en el circuito # 25,27 es:

$$\% = (4 \times 3500 \times 66) / (8.37 \times 220^2)$$

$$\% = 2.80$$

**17. Circuito # 33,35 de Tomacorrientes bifásicos de BPT**

*Cantidad de Tomacorrientes: 1*

*Potencia total del circuito:  $P_T = 3500 \text{ w}$*

*Corriente total del circuito:  $I_T = 3500 \text{ W} / 220 \text{ V} = 15.9 \text{ Amps}$*

*Breaker:  $2 \times 20 \text{ Amps}$*

*Conductor:  $\# 8 \text{ THNN Fases}$*

Caída de tensión:

$$\% = (2 \times C \times P_T \times d) / (S \times V_N^2)$$

Entonces la caída de tensión en el circuito # 25,27 es:

$$\% = (4 \times 3500 \times 15) / (8.37 \times 220^2)$$

$$\% = 0.52$$



**CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LÍNEA DE  
EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.**

**18. Circuito # 34 de Tomacorrientes de BPT**

*Cantidad de Tomacorrientes: 1*

*Potencia total del circuito:  $P_T = 1200\text{ w}$*

*Corriente total del circuito:  $I_T = 1200\text{ W} / 220\text{ V} = 10.0\text{ Amps}$*

*Breaker:  $1 \times 16\text{ Amps}$*

*Conductor:  $\# 10\text{ THNN Fases}$*

Caída de tensión:

$$\% = (2 \times C \times P_T \times d) / (S \times V_N^2)$$

Entonces la caída de tensión en el circuito # 25,27 es:

$$\% = (4 \times 1200 \times 120) / (5.26 \times 220^2)$$

$$\% = 0.52$$

**19. Circuito # 37 de Tomacorrientes de BPT**

*Cantidad de Tomacorrientes: 1*

*Potencia total del circuito:  $P_T = 1200\text{ w}$*

*Corriente total del circuito:  $I_T = 1200\text{ W} / 220\text{ V} = 10.0\text{ Amps}$*

*Breaker:  $1 \times 16\text{ Amps}$*

*Conductor:  $\# 10\text{ THNN Fases}$*

Caída de tensión:

$$\% = (2 \times C \times P_T \times d) / (S \times V_N^2)$$

Entonces la caída de tensión en el circuito # 25,27 es:

$$\% = (4 \times 1200 \times 81) / (5.26 \times 220^2)$$

$$\% = 5.13$$

**20. Circuito # 36 de Tomacorrientes de BPT**

*Cantidad de Tomacorrientes: 1*

*Potencia total del circuito:  $P_T = 1200\text{ w}$*

*Corriente total del circuito:  $I_T = 1200\text{ W} / 220\text{ V} = 10.0\text{ Amps}$*

*Breaker:  $1 \times 16\text{ Amps}$*

*Conductor:  $\# 10\text{ THNN Fases}$*

Caída de tensión:

$$\% = (2 \times C \times P_T \times d) / (S \times V_N^2)$$

Entonces la caída de tensión en el circuito # 25,27 es:

$$\% = (4 \times 1200 \times 106) / (5.26 \times 220^2)$$

$$\% = 5.13$$



**C O N S T R U C C I Ó N D E S I S T E M A E L É C T R I C O D E B A J A T E N S I Ó N D E L Í N E A D E  
E M B O T E L L A D O E N L A C O M P A Ñ Í A C O C A C O L A F E M S A N I C A R A G U A .**

3.4.2 Se adjuntan planos autorizados para la construcción.



## C A P I T U L O   I V

### M A R C O   M E T O D O L Ó G I C O .



## CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LÍNEA DE EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.

### 4.1 Ejecución de la Obra de acuerdo al cronograma de ejecución.

El cronograma de ejecución es un documento donde se presentan cada uno de los procesos necesarios, con su periodo de ejecución (tiempo) para la buena finalización de la obra.

Cronograma de Ejecución utilizado para la construcción en mención.

PROYECTO: CONTRUCCION DE SISTEMA DE DISTRIBUCION ELECTRICA DE LINEA DE EMBOTELLADO										
ACTIVIDADES	MESES	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	
LEVANTAMIENTO DE EQUIPOS										
CALCULOS DE ILUMINACION										
CALCULOS DE CARGA GENERALES										
PRESENTACION DE PLANOS Y APROBACION										
PRESENTACION DE PLANOS TALLER										
EJECUCION DE PROYECTO										
PRUEBAS										
PUESTA EN MARCHA Y ACOMPAÑAMIENTO										

Figura: Cronograma de ejecución de Proyecto.

### 4.2 Recepción de la obra por DT Dirección Técnica de FEMSA.

Una vez ejecutada la obra en un 100%, se procedió a solicitar formalmente a DT, la recepción final de la misma, con el propósito de verificar la calidad de la construcción ejecutada.

Por lo que se realizó una visita de campo para la recepción y esta se llevó a cabo con:

Encargado de la Construcción por parte de Multiservicio Integrales de Ingeniería.  
Supervisor de Dirección Técnica de FEMSA Coca Cola.





## CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LÍNEA DE EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.

En esta visita de recepción final, se realiza un recorrido por todo el proyecto, avanzando punto a punto, para verificar lo siguiente:

- Estado de las instalaciones en general.
- Revisión de tableros y cableados finales.
- Revisión de directorios.
- Verificación de puestas a tierra del sistema eléctrico en cuestión.
- Inspección de equipos (luminarias, tomacorrientes y accesorios).
- Pruebas de funcionamiento.

### ***4.3 Acta de Recepción Final***

Cuando se finaliza la visita de recepción final, el encargado de la Construcción por parte de Multiservicio Integrales de Ingeniería, se encarga de elaborar el acta de recepción final de la obra y es el encargado de obtener las firmas correspondiente, y debido a políticas de Privacidad de la compañía Coca Cola Femsa adjunto a continuación formato de acta de Recepción que se realizan para estos casos.



CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LÍNEA DE  
EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.



DIRECCIÓN DE CADENA DE SUMINISTRO E INGENIERIA  
ACTA DE ENTREGA DE CONTRATISTA A DIRECCIÓN TECNOLOGÍA

PROYECTO CONSTRUCCION DE XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

**Lugar y fecha:**

En Managua Nicaragua, siendo las 00:00 hrs. del día xx de xxxxx de 20xx se reunieron para llevar a cabo la presente diligencia los que en ella intervienen.

Por parte de la Dirección de Cadena de Suministro e Ingeniería:  
Arq/Ing. XXXXXXXX XXXXXXXX (Líder de Proyecto)

**Por parte de Supervisión:**

Ing. XXXXXXX XXXXXXXX (Gerente de Supervisión Compañía Ejecutora Proyecto)  
Ing. XXXXXXX XXXXXXXX (Supervisión Compañía Ejecutora Proyecto)

**Por la Contratista:**

Ing. XXXXXXX XXXXXXXX (Gerente Contratista)  
Ing. XXXXXXX XXXXXXXX (Gerente de proyecto Contratista)

**Objeto:**

Llevar a cabo la inspección y verificación de los trabajos del proyecto "Construcción de xxxxxxxxxxxxxxxx", a fin de determinar el estado en que se encuentra y de comprobarse que se haya OK de conformidad con el alcance y las especificaciones del contrato correspondientes.

**Antecedentes:**

1.- Industria Nacional de Refrescos, otorgo a la empresa XXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXX S.A., la realización de la construcción de: "XXXXX XXXXX XXXX, Planta Managua", para la distribuidora de Coca-Cola/FEMSA ubicada en planta Managua.

2.- En el mismo contrato se especifica que la contratista realizara el suministro de materiales y mano de obra para la ejecución de los trabajos indicados en el párrafo anterior, de acuerdo al presupuesto y especificaciones técnicas respectivas.

**Descripción de las áreas del proyecto:**

PRELIMINARES			
DE-01		ML	
DE-02		M2	
DE-03		M2	
XXXXXXXXXX			
TYN-01		ML	
TYN-02		M2	
XXXXXXXXXX			
EX-1		C/U	
EX-2		U	
EX-3		ML	
XXXXXXXXXX			



#### 4.4 Elaboración y entrega de Planos como contruidos

Los planos As Built o como construido son los que contienen toda la información con cambios generados en el proceso de construcción de la obra ya finalizada, los cuales se deben entregar a la dirección técnica de FEMSA Coca Cola Nicaragua, teniendo como propósito facilitar una herramienta para las tareas de control, mantenimiento preventivo o correctivo o para referencia en futuras reformas al sistema eléctrico de baja tensión.

Estos planos deben llevar la siguiente información:

- Simbología.
- Especificaciones constructivas.
- Escala de dibujo.
- Cuadro de cargas.
- Rutas de circuitos contruidos con calibres y tipo de conduit.



CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LÍNEA DE  
EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.

## C A P Í T U L O   V

### D E S A R R O L L O   D E L   P R O Y E C T O .



## CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LÍNEA DE EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.

### 5.1 Especificaciones de materiales instalados.

Todos los materiales a utilizar deben de ser totalmente nuevos, certificados por UL (Underwriters Laboratories).

Los cables y alambres que se utilicen en las instalaciones de alumbrado, tomacorrientes acometidas, deberán ser de cobre electrolítico 99% de pureza, temple suave, aislamiento termoplástico para 600 V. Tipo THW/THHN 75/90 grados C. Los conductores serán 7 hilos. Todas las derivaciones o empalmes de los conductores deberán quedar entre las cajas de salida o de paso, en ningún caso dentro de los tubos. Entre caja y caja los conductores serán tramos continuos. Todas las conexiones en las cajas de derivaciones correspondientes a los sistemas de alumbrado, tomas hasta el No.10 AWG se harán entorchándolos, la conexión quedará con doble capa de cinta aislante de plástico. Para las conexiones de cables cuyos calibres sean superiores al No.8 AWG, los empalmes se harán mediante bornes especiales para tal fin. En todas las cajas deben dejarse por lo menos 20 cm., para las conexiones de los aparatos correspondientes. Las puntas de cables que entran el tablero se dejarán de suficiente longitud (medio perímetro de la caja) con el fin de que permita una correcta derivación del mismo. Para la identificación de los diferentes circuitos instalados dentro de un mismo tubo o conectados al mismo sistema, se recomienda el uso de conductores de los siguientes colores:

**Neutro:** Debe ser en toda su extensión blanco a gris natural.

**Tierra:** Desnuda o verde para red regulada.

**Fases e interrumpidos:** Negro, azul, rojo para fases, negro para los interrumpidos (devueltos) cumpliendo el [código](#) de colores. Conductores de neutro o tierra superiores al No.8 AWG deberán quedar claramente marcados en sus extremos, en todas las cajas de paso intermedias. El mínimo calibre que se utilizará en las instalaciones de alumbrado será el No.12 AWG. Durante el [proceso](#) de colocación de los conductores en la tubería no se permitirá la utilización de [aceite](#) o grasa mineral como lubricante. Para la instalación de conductores dentro de la tubería se debe revisar, secar si es del caso las tuberías donde hubiera podido entrar [agua](#). Igualmente este proceso se deberá ejecutar únicamente cuando se garantice que no entrará agua posteriormente a la tubería o en el [desarrollo](#) de los trabajos pendientes de construcción no se dañarán los conductores. Es práctica común en nuestro país, emplear el sistema de calibración de conductores denominado American Wire Gage (AWG), sin embargo deberán manejarse las dimensiones en milímetros cuadrados (mm) para estar de acuerdo a lo estipulado por la DT.



## CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSÍÓN DE LÍNEA DE EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.

### Tipos de Conduit y canalización

Se utilizará tubería Conduit PVC Cedula 40, para todos los circuitos de alumbrado, tomacorrientes, acometidas, etc, que estén soterradas. Estas tuberías serán de los diámetros especificados en los planos. Un tramo de tubería entre salida y salida, salida y accesorio ó accesorio y accesorio no contendrá más curvas que el equivalente a cuatro ángulos rectos (360 grados) para distancias hasta de 15 m., y un ángulo recto (90 grados) para distancias hasta de 45 m., (para distancias intermedias se calcula proporcionalmente). Estas curvas podrán ser hechas en la obra siempre y cuando el diámetro interior del tubo no sea apreciablemente reducido. Las curvas que se ejecuten en la obra serán hechas de tal forma que el radio mínimo es 6 veces el diámetro nominal del tubo que se está figurando.

Para diámetros de tuberías superiores a 1" se utilizará codos estandarizados de 90 grados ó se podrán fabricar en la obra para éste o cualquier ángulo cumpliendo las recomendaciones de los puntos anteriores. Para el manejo de la tubería PVC en la obra deberán seguirse cuidadosamente los catálogos de instrucciones del fabricante, usando las herramientas y equipos señalados por él. Toda la tubería que llegue a los tableros y las cajas debe llegar en forma perpendicular y en ningún caso llegará en forma diagonal, ésta será prolongada exactamente lo necesario para instalar los elementos de fijación. La tubería de PVC se fijará a las cajas por medio de adaptadores terminales con contratuerca de tal forma que garanticen una buena fijación mecánica. La tubería que ha de quedar incrustada en la placa se revisará antes de la fundición para garantizar la correcta ubicación de las salidas y se taponará para evitar que entre mortero o piedras en la tubería. Toda la tubería que corre a la vista se deberá instalar paralela o perpendicular a los ejes del edificio. Toda la tubería incrustada superior a 1" se deberá instalar paralela o perpendicular a la estructura o en ningún caso se permitirá el corte diagonal de las vigas y viguetas para el pase del tubo. Las tuberías de PVC llevarán un conductor de tierra desnudo a aislado del calibre determinado en las notas del plano y el cual debe quedar firmemente unido a todas las cajas, tableros y aparatos. La línea de tierra deberá ser continua a lo largo de toda la tubería. Todas las líneas de tierra que se han dejado en las tuberías se fijarán directamente al barraje de tierras del tablero.

Tubería E.M.T. Su mayor aplicación está para montarse en superficies (zonas visibles). Soportando leves daños mecánicos. Pueden estar directamente a la intemperie. Pueden ser empotrados o zonas ocultas; bajo concreto, ya sea en suelo, techo o paredes.



## 5.2 Conclusiones

Con este trabajo de prácticas profesionales, hemos puesto en prácticas los principios eléctricos obtenidos en nuestra universidad, poniendo en práctica los procedimientos y conceptos necesarios para el diseño del sistema eléctrico de baja tensión de este proyecto, teniendo en cuenta las normativas de código eléctrico vigente, con la ejecución de este proyecto hemos podido poner en marcha una de las líneas de producción más eficiente y segura de Femsa Coca Cola de Nicaragua.

Hemos logrado presentar los planos de construcción para revisión y aprobación de acuerdo a tiempos establecidos por la Dirección tecnológica.

Además se logró poner en marcha el sistema de distribución eléctrica de la línea de producción de manera satisfactoria, eficiente y segura en la planta Femsa Coca Cola.

En esta obra Además es importante mencionar la contribución de esta instalación con el medio ambiente ya que en él, se han considerado el consumo de los recursos naturales, las perdidas caloríficas relacionadas con la emisión de CO<sub>2</sub>, el potencial de reciclabilidad durante el ciclo de vida útil de las instalaciones, y ubicación de la subestación y las estructuras de distribución de da MT y BT.

Y por último y no menos importante se comprobado que la nueva instalación a representado un considerable ahorro energético,



### 5.3 Bibliografía

Compilación de leyes y normativas en materia de higiene y seguridad del trabajo. (1993 – 2008). Ministerio del Trabajo

Código eléctrico de Nicaragua. C I E N I N E 1996

Guía de diseño de instalaciones eléctricas I E C S c h n e í d e r E l e c t r i c 2008.

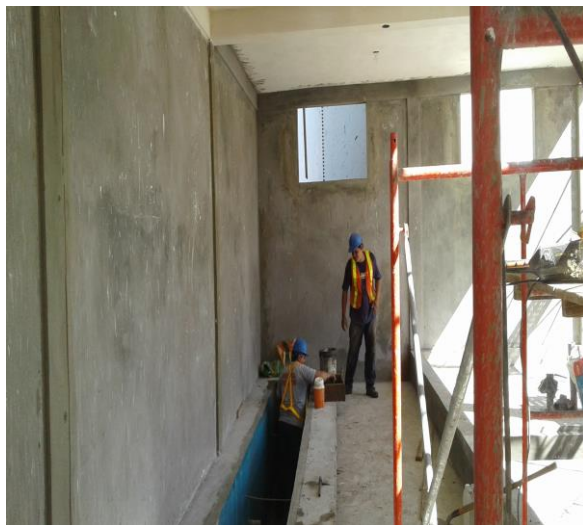
### 5.4 Anexos

Fotografías.





CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LÍNEA DE  
EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.





# CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LÍNEA DE EMBOTELLADO EN LA COMPAÑÍA COCA COLA FEMSA NICARAGUA.

